图书情报工作
第64卷 第7期 2020年4月

异构区块链网络视域下智慧养老多元信息协同模式研究*

■ 胡漠[1] 马捷[1,2]

[1] 吉林大学管理学院 长春 130022 [2]吉林大学信息资源中心 长春 130022

摘 要:[目的/意义]区块链技术所具有的共识算法及去中心化思想可有效保障社会网络的信息协同。智慧养老多元信息协同网络则是运用区块链技术保障社会网络信息协同的具体应用场景之一。区块链技术在此场景下得到应用,可有效提升参与智慧养老的多方主体间的信息协同效率,从而为参与智慧养老的各方主体带来便利。[方法/过程]基于区块链技术及原理,结合智慧养老多元信息的特点,构建5种不同结构的区块链架构,即养老政务信息主权-联盟链架构、医疗卫生信息联盟链架构、社区服务信息联盟链架构、老年人个人健康信息私有链架构、老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构,并依据区块链的跨链技术,将这5种架构汇集成我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络。在此基础上,分析该异构区块链网络在信息协同方面对我国智慧养老工作开展带来的益处与不足。[结果/结论]基于异构区块链网络技术,提出了智慧养老多元信息协同模式,丰富了区块链技术的应用场景。

关键词:智慧养老 异构区块链网络 信息协同
分类号:G251
DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2020.07.013

国家统计局最新发布的人口数据显示,截止到2018年末,我国60周岁以上的老年人口已达24 949万人,占总人口比例的17.9%[1]。随着我国人口老龄化的不断深化及“倒金字塔”结构(即4位老人、一对夫妻、一个或两个孩子)的家庭不断增多,传统的家庭养老模式已难以满足老年人日益增加的养老需求,使得政府为主导、家庭为基础、社区养老服务中心为依托、医疗卫生机构为补充的新型智慧养老模式应运而生。智慧养老是指利用先进的技术与设备,为老年人提供实时、快捷、高效、低成本的养老服务模式[2],其基础是政府发布的与养老相关的政务信息、医疗卫生机构的医疗健康信息、社区养老服务中心的社区服务信息、老年人的个人健康信息、老年人关于医疗健康的经验信息[2]等多元信息的高度协同。目前,上述智慧养老多元信息间的协同尚不完善,区块链技术作为底层的信息交互与存储技术,为这一问题的解决提供了有效方案。

1 研究综述

围绕智慧养老这一研究主题,国外学者更多地是从信息技术角度着手,围绕信息技术在智慧养老中如何有效应用进行研究[3-5];国内关于智慧养老研究处于起步阶段[6],学者们更多地围绕智慧养老的概念进行研究。左美云[7]认为“智慧养老”一词是由2010年IBM提出的建设“智慧城市”这一愿景发展而来,认为智慧养老是指利用信息技术等现代科技技术,围绕老年人的生活起居、安全保障、医疗卫生、保健康复、娱乐休闲、学习分享等各方面支持老年人的生活服务和管理,对涉老信息自动监测、预警甚至主动处置,实现信息技术与老年人友好、自主式、个性化的智能交互;朱庆华[8]认为智慧养老是指通过物联网、互联网等信息化手段为老年人及养老机构等提供信息平台及智能服务,为人口老龄化问题提供有效的应对思路及解决方案;何振宇等[9]认为智慧养老是指利用先进的物联网等信息技术手段,能够为人民群众带来智能化、物联化、个性化养老服务的新型养老模式。目前对智慧养老的定义尚未统一,但从各位学者对智慧养老定义的表述上看,对信息技术的发展是驱动智慧养老不断发展的重要动力这一观点已达成共识。马捷等针对目前

* 本文系国家社会科学基金重点项目“信息生态视角下智慧城市信息协同结构与模式研究”(项目编号:17ATQ007)研究成果之一。
作者简介:胡漠(ORCID:0000-0003-1605-9755),博士研究生,E-mail:959539150@qq.com;马捷(ORCID:0000-0002-1471-2143),教授,博士,博士生导师。
收稿日期:2019-09-02 修回日期:2019-12-08 本文起止页码:110-118 本文责任编辑:易飞

我国智慧养老应急服务中存在的问题,构建了包含老人家属、应急服务志愿者、医院等救护机构的三级应急响应信息协同体系,从而提高应急救援效率[10]。

信息协同是实现智慧化服务的关键环节,信息协同有助于获悉多元信息主体之间协同交互的过程,发现存在问题,提出改进方法,以实现良好的协同效应[11]。如王俭等[12]为了揭示科研人员信息行为的协同效应,促进科研人员信息行为效率的提高,从主体协同、知识协同、资源协同和目标协同入手分析了虚拟学术社区科研人员信息行为的协同机制;马捷等[13]为了促进智慧城市多元主体间信息协同效率的提升,基于信息生态理论,设计了智慧城市多元主体信息生态链模型;胡漠等[14]为提升智慧政府内部各信息主体间的政务信息协同效应,引入无边界化管理理论,构建了基于信息协同视角的无边界化智慧政务推进机制模型。国外学者对信息协同理论的应用研究主要集中在供应链领域,研究参与供应链的各个企业间的信息协同机制,以期提升整个供应链的信息协同效率和智能化程度,从而提升供应链的运转效率,为企业带来更大的经济收益[15-17]。

2018 年 5 月 20 日,工业和信息化部信息中心发布的《2018 中国区块链产业白皮书》称,目前,我国区块链产业已初步形成,并开始在征信、版权交易、电子证据等领域快速应用,有望推动我国经济体系实现技术变革、组织变革和效率变革[18]。国内图书情报领域对区块链的研究主要以图书馆为应用场景:高胜等采用区块链技术,构建了一种新型分层数字图书馆体系架构,此架构可以有效解决数字图书馆异构数字资源的安全流通问题[19];黄敏聪根据美国图书馆学界对区块链技术的研究成果,总结了该技术对图书馆的变革性影响,认为我国图书馆学界应积极应用区块链技术,不断完善自身的服务内容与质量[20];房永壮等认为区块链技术有助于图书馆更好地实现信息收集的多样性、信息存储的多样性及信息传播的广泛性,从而提升图书馆的信息服务质量[21]。国外图书情报领域的学者主要围绕区块链技术的性能展开研究:N. Kshetri 将区块链技术与云技术在网络安全与隐私保护方面的性能进行了对比,其认为区块链技术在许多方面优于云技术,但是区块链的去中心化的特征很有可能导致恶意参与[22];T. T. Kuo 等主要从区块链的特点、区块链的分布式账本及应用等角度论述了区块链技术在医疗卫生领域的最新应用,并结合医疗卫生领域应用区块链技术可能面临的潜在困难,提出了有针对性的解决方案[23]。

综上所述,国内外学者均已围绕智慧养老这一主题进行研究,以期解决全球主要国家人口老龄化程度加剧所带来的养老问题。当前,我国对于智慧养老这一主题的研究尚处于起步阶段,鲜有从信息协同视角出发,采用区块链技术,以智慧养老多元信息协同网络为应用场景,对我国智慧养老多元信息的协同模式进行的研究。鉴于此,本文将基于区块链技术及其原理,分别给出构成智慧养老多元信息的养老政务信息主权-联盟链架构、医疗卫生信息联盟链架构、社区服务信息的联盟链架构、老年人个人健康信息的私有链架构、老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构,为加强上述 5 种异构区块链间信息协同的效率,笔者将上述 5 种区块链组合成智慧养老多元信息异构区块链网络,以期从信息协同模式角度着手,助力我国智慧养老工作的有效开展。

2 智慧养老多元信息的构成主体

本文依据智慧养老信息协同相关文献所提出的观点[10,24],结合现阶段我国国情,根据智慧养老多元信息存储与利用的主体不同,将我国智慧养老多元信息主要分为政府的养老政务信息、医疗卫生机构的医疗健康信息、社区养老服务中心的社区服务信息、老年人的个人健康信息及老年人关于医疗健康的经验信息 5 部分。

2.1 政府的养老政务信息

目前我国智慧养老的发展虽处于起步阶段,但相关政策体系框架已经初见规模,国务院办公厅、民政部、国家卫生计生委办公厅是制定与颁发我国智慧养老政策的主要部门,其发文形式多为意见与通知,如《国务院办公厅关于加快发展商业养老的若干意见》《智慧健康养老产业发展行动计划(2017-2020)》等。政府部门从宏观上对我国智慧养老的发展进行规划与指导,采用政策手段促进与鼓励参与我国智慧养老的政府内部各部门之间的信息协同以及政府部门与医疗卫生机构、社区养老服务中心、老年人之间的信息协同。政府的养老政务信息是我国智慧养老多元信息的构成主体之一。

2.2 医疗卫生机构的医疗健康信息

2015 年 11 月 20 日国务院办公厅转发的《关于推进医疗卫生与养老服务相结合的指导意见》提出,鼓励医疗卫生机构与养老服务融合发展的构想,为医疗信息资源与养老信息资源的有效协同做出了宏观指导和

整体规划[25]。医疗卫生机构为老年人提供医疗、咨询、护理等服务,提高老年人的生活质量及健康水平[26]。医疗卫生机构为老年人提供医疗、咨询、护理等服务所产生的信息是我国智慧养老多元信息的构成主体之一。

2.3 社区养老服务中心的社区服务信息

社区养老服务中心可以便捷地为聚居在社区内有养老服务需求的老年人提供护理、膳食、家政、精神慰藉等方面的服务,是解决我国智慧养老服务"最后一公里"的关键环节。社区养老服务中心发出的社区服务公告及其在为老年人提供护理、膳食、家政、精神慰藉等服务中所获取与积累的信息是我国智慧养老多元信息的构成主体之一。

2.4 老年人的个人健康信息

老年人的个人健康信息由生理健康信息和心理健康信息组成。通过建立老年人个人健康信息档案,医疗卫生机构可以有的放矢地为老年人提供更加精确的医疗救助,社区服务中心可以更有针对性地为老年人提供个性化养老服务。虽然个人健康信息具有一定的私密性,但大样本的匿名老年人健康信息将会为政府相关部门制定养老方面的政策提供依据。因此,老年人的个人健康信息亦是我国智慧养老多元信息的构成主体之一。

2.5 老年人关于医疗健康的经验信息

在现实生活中,不乏有这样一种老年人群体,他们患有某种疾病多年,关于此种疾病拥有丰富的就医经验及康复心得,将这些老年人的医疗健康经验信息进行收集、存储与处理,使其他有需要的老年人获取更多与自身年纪相仿、病情相似的老年人的就医信息及康复心得,并在条件允许的情况下取得进一步的联系,将有助于有需要的老年人获取更加具有参考价值的建议及心灵慰藉。因此,老年人关于医疗健康的经验信息同样也是我国智慧养老多元信息的构成主体之一。

3 智慧养老多元信息构成主体的区块链架构

随着不同领域研究者对区块链应用研究的深入展开,区块链技术根据不同的应用需求被细化出不同类型,不同类型的区块链在组成架构上亦存在不同。如依据不同的去中心化程度需求划分,区块链可被分为公有链、联盟链及私有链[27],其中公有链以去中心化为显著标志,所有人均可通过匿名的方式对其进行访问,公开透明是其最大特点;联盟链以多中心化为显著标志,联盟内的成员需要通过注册获得许可后方能对其进行访问,高效是其最大特点;私有链以弱中心化为显著标志,私有链内部的个人或组织机构可以通过注册许可的方式对其进行访问,安全并可溯源是其最大特点[28]。另外,依据治理与监管方式划分,区块链可被分为主权区块链与其他区块链,主权区块链要尊重国家主权,处于可监管的模式之下;其他区块链则采用无主权或超主权的治理方式,处于无监管的模式之下[29]。

就本研究而言,养老政务信息需要满足保护信息安全及权威监管的需求,适合具有国家监管性质的主权链架构,此外,其具有多个信息发布主体,具有"合法"身份的访客可对其进行访问,亦符合联盟链的特点;医疗卫生信息的发布主体需要获得权威资质,并需要满足信息流转与协同高效的需求,适用于联盟链的架构;社区服务信息的发布主体为依据相关法律法规及政策组建的社区养老服务中心,其信息协同亦需满足高效的需求,因此同样适用于联盟链架构;老年人个人健康信息具有一定的隐私性,需要安全存储并可溯源,适用于私有链架构;老年人关于医疗健康的经验信息通过广泛传播,可以使更多有需要的老年人获取并利用,适用于公有链架构。

3.1 养老政务信息主权-联盟链架构

主权链这一概念的提出源于贵阳市人民政府新闻办公室发布的《贵阳区块链发展与应用白皮书》,随后引起了国家有关部门[30]、相关企业及专家学者的广泛关注[31]。养老政务信息由涉及到养老服务的国家及地方各职能部门统一发布,需要确保对信息的权威监管,适用于主权链架构。此外,养老政务信息具有多个信息发布主体,具有"合法"身份的访客可对其进行访问,亦符合联盟链的特点。我国智慧养老多元信息协同中的养老政务信息主权-联盟链架构见图1。

图1中,养老政务信息主权-联盟链架构共由5层组成,分别为应用层、合约层、共识层、网络层与数据层。数据层为最底层,包含数据区块、时间戳、链网结构、哈希函数、Merkle树、ECC(椭圆曲线非对称)加密6个模块,以保证养老政务信息主权-联盟链架构的数据存储的安全性、可追溯性及完整性。根据养老政务信息中政府部门权威发布、不得任意篡改的特点,采用联盟链的模式促进数据层内部信息的流转。P2P对等网络、TCP/IP通信协议与传播协议共同组成网络层。共识层由PBFT(拜占庭容错协议)、DBFT(小蚁共识)、

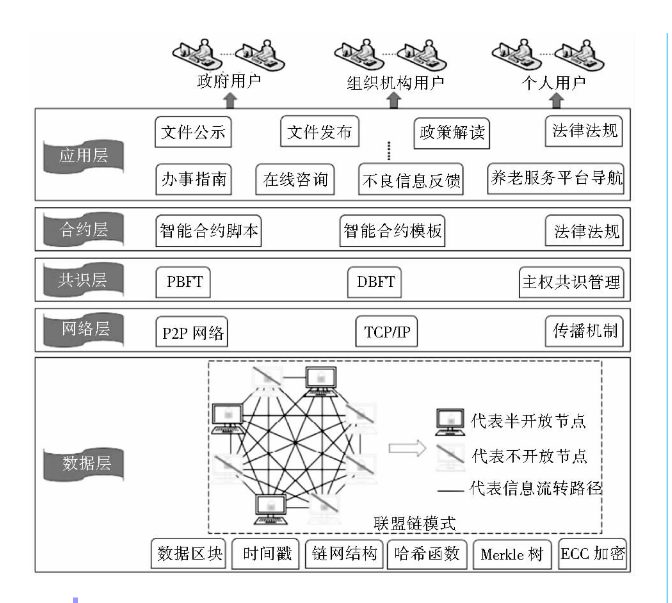


图1　养老政务信息主权－联盟链架构

主权链特有的主权共识管理3种算法组成。智能合约脚本、智能合约模板、法律法规3个模块组成合约层。应用层是整个养老政务信息主权－联盟链架构的顶层，其直接与用户接口对接，通过不同模块为不同性质的用户提供服务。养老政务信息主权－联盟链架构的应用层包含但并不局限于6个应用模块，分别为文件公示、文件发布、政策解读、法律法规、办事指南、在线咨询、不良信息反馈、养老服务平台导航。

3.2　医疗卫生信息联盟链架构

医疗卫生信息由医疗卫生机构产生、存储、管理与利用。根据医疗卫生信息由特定机构产生、存储、管理与利用的特点和其需要高效流转并受到安全保障的特点，我国智慧养老多元信息中的医疗卫生信息适用于联盟链架构，医疗卫生信息联盟链架构如图2所示：

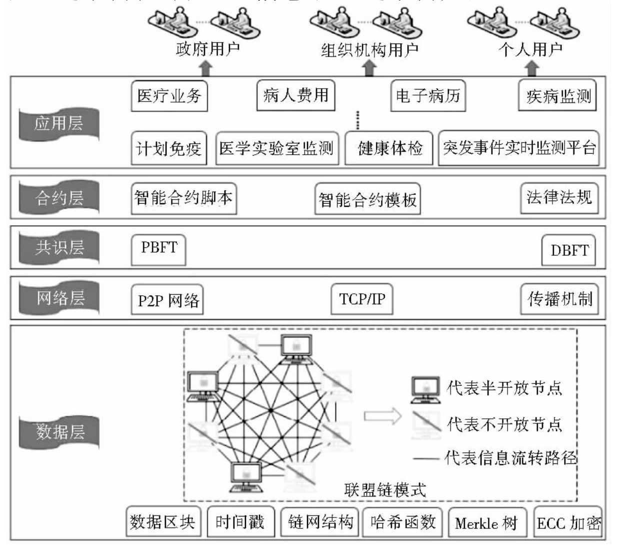


图2　医疗卫生信息联盟链架构

图2中，作为医疗卫生信息联盟链架构的顶层，应用层包含但并不局限于8个模块，分别为医疗业务、病人费用、电子病历、疾病监测、计划免疫、医学实验室监测、健康体检与突发事件实时监控平台。医疗卫生信息联盟链架构的合约层、网络层、数据层均与上文所述的养老政务信息主权－联盟链架构相似。区别于养老政务信息主权－联盟链架构，医疗卫生信息联盟链架构的共识层由PBFT（拜占庭容错协议）、DBFT（小蚁共识）2种共识算法组成。

3.3　社区服务信息联盟链架构

社区服务信息由社区养老服务中心发布，具有特定机构制定与发布、需要高效流转并受到安全保障的特点，适用于联盟链架构，社区服务信息联盟链架构如图3所示：

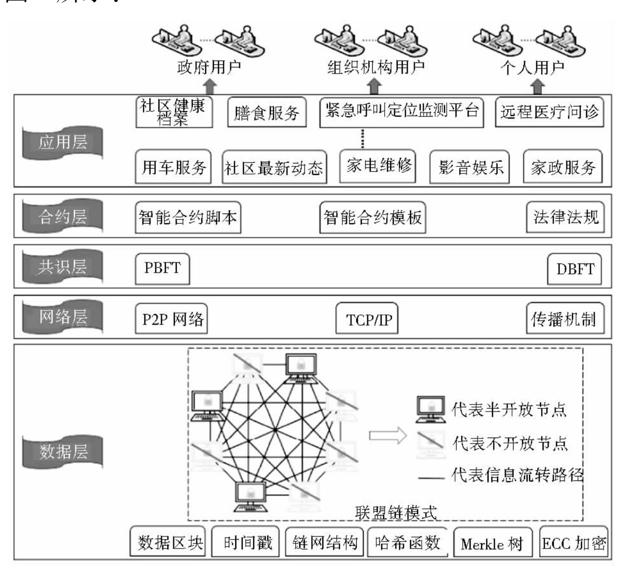


图3　社区服务信息联盟链架构

图3中，社区服务信息联盟链架构与上文所述的医疗卫生信息联盟链架构在合约层、共识层、网络层、数据层中的组成模块均相似，两者的不同之处在于顶层的应用层，社区服务信息更多的是面向老年人提供便捷的服务，因此其应用层包含但不局限于9个模块，分别为社区健康档案、膳食服务、紧急呼叫定位监测平台、远程医疗问诊、用车服务、社区最新动态、家电维修、影音娱乐、家政服务。

3.4　老年人个人健康信息私有链架构

老年人的个人健康信息根据每位老年人的意愿，应具备选择保密、部分公开、不保密3种开放的权限。但无论选择哪种开放权限，老年人的个人健康信息均需安全存储及可溯源，私有链可满足以上需求，因此老年人个人健康信息适用于私有链架构，老年人个人健

康信息私有链架构如图 4 所示：

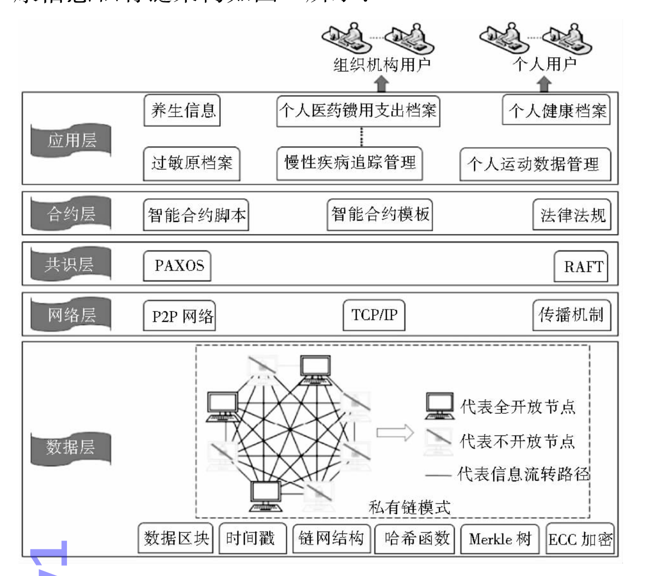


图 4　老年人个人健康信息私有链架构

图 4 中，老年人个人健康信息私有链架构与上文所述的社区服务信息联盟链架构既有相似之处，又有诸多不同。其相似之处在于合约层与网络层包含的模块相似，不同之处在于顶层的应用层、中间的共识层与底层的数据层。为了方便老年人获悉自身的健康状况，应用层包含并不局限于 6 个模块，分别为养生信息、个人医药费用支出档案、个人健康档案、过敏原档案、慢性疾病追踪管理及个人运动数据管理。根据私有链的共识特点，老年人个人健康信息私有链包含 PAXOS 和 RAFT 两种共识算法。老年人个人健康信息私有链架构的数据层所包含的模块与前文所述的社区服务信息联盟链架构的数据层包含的模块相似，但其信息流转模式遵守私有链的模式。此外，为了最大限度地保护老年人的隐私安全，需要遵从网络权限最小化原则，因此，老年人个人健康信息私有链架构的用户中仅包含组织机构用户和个人用户。

3.5　老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构

患有某种疾病多年的老年人，对于治疗该疾病权威的医疗卫生机构的名称、缓解该疾病的养生疗法、该疾病恶化或痊愈过程中所经历的阶段性生理和心理反应均具有一定的了解与心得。本研究将这些了解与心得统称为老年人关于医疗健康的经验信息，对其进行广泛的传播将助于新近患有同样疾病的老年人获得一手的医疗机构信息及在精神上得到理解与慰藉。因此老年人关于医疗健康的经验信息适用于公有链架构，老年人医疗健康经验信息公有链架构如图 5 所示：

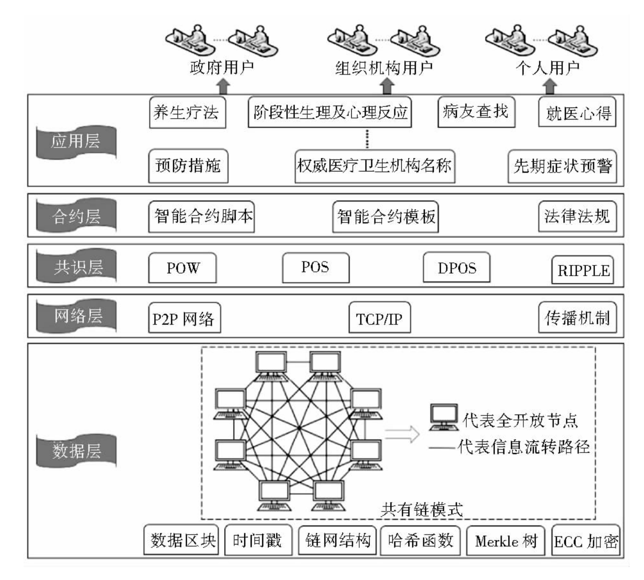


图 5　老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构

图 5 中，老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构与上述老年人个人健康信息私有链架构在合约层与网络层存在着相似之处，在应用层、共识层及数据层中存在着较大的差异。应用层根据对老年人关于医疗健康经验信息的分类，共包含但不局限于 7 个模块，分别为养生疗法、阶段性生理及心理反应、病友查找、就医心得、预防措施、权威医疗卫生机构名称、先期症状预警。共识层则采用与公有链相匹配 POW（工作量证明）、POS（权益证明）、DPOS（委托权益证明）和 RIPPLE 共识算法。老年人关于医疗健康的经验信息共有链架构的数据层所包含的模块与前文所述的老年人个人健康信息私有链架构的数据层包含的模块相似，但其信息流转模式遵守共有链的模式。

上述 5 种区块链架构的共识层主要封装不同的共识算法。区块链架构共识层中不同的共识算法，适用于不同的应用场景，以便在效率和安全性之间取得平衡。

4　智慧养老多元信息协同的异构区块链网络

智慧养老多元信息协同是指养老政务信息、医疗卫生信息、社区服务信息、老年人个人健康信息、老年人关于医疗健康的经验信息 5 部分信息的协同。在上文中，笔者根据这 5 部分信息的不同特点，分别设计了养老政务信息主权－联盟链架构、医疗卫生信息联盟链架构、社区服务信息联盟链架构、老年人个人健康信息私有链架构和老年人关于医疗健康经验信息的共有

胡漠，马捷. 异构区块链网络视域下智慧养老多元信息协同模式研究[J]. 图书情报工作,2020,64(7):110－118.

链架构,确保不同需求的信息在各自架构内对自身需求得到满足。但这也随之带来一个新问题,即不同架构的区块链内存在重复交易与运算,消耗大量的电力资源和占用大量的存储空间。异构区块链网络技术的提出使该问题得到了有效解决,其主要采用区块链的跨链技术,使在异构区块链间实现跨链信息协同成为可能[32]。智慧养老多元信息协同网络可以被视为一个复杂的社会网络,根据多元信息存储与利用的主体不同,本文构建了5个不同的智慧养老多元信息协同架构,这些不同架构的技术基础均是区块链技术,区块链技术中本身包含的去中心化思想有助于不同架构之间打破边界,这是实现智慧养老的多元信息在不同架构的区块链间进行跨链信息协同的前提。具体方法主要依赖区块链技术中包含的共识算法,通过密码学与计算机科学的融合,达成共识机制,从而实现在智慧养老多元信息协同的这个应用场景中的智慧养老的多元信息在不同架构的区块链间进行跨链信息协同。本文将采用异构区块链网络技术,构建我国智慧养老多元信息协同的异构区块链网络,以期实现智慧养老的多元信息在不同架构的区块链间跨链协同,提升信息的协同效率。我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络如图6所示:

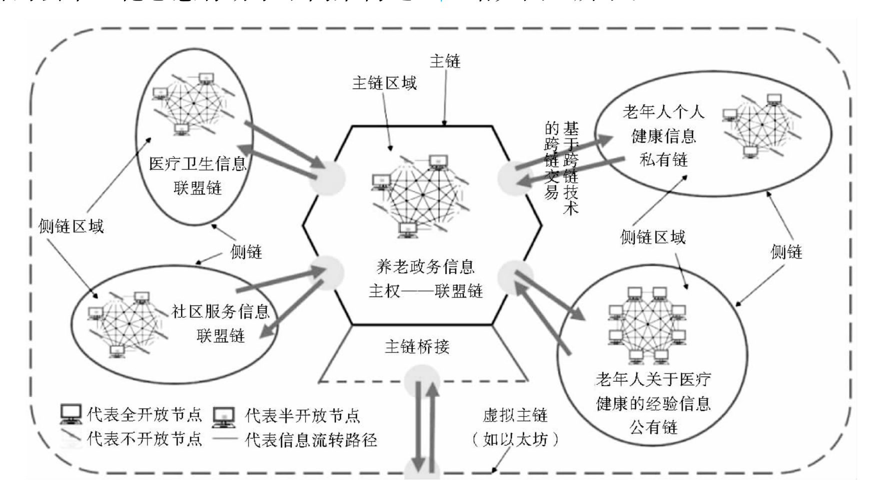


图6　我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络

图6中,我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络由主链及若干侧链组成。我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络必须尊重我国的网络主权及国家主权,因此本研究选取养老政务信息主权－联盟链为本网络的主链,其余的医疗卫生信息联盟链、老年人健康信息私有链、社区服务信息联盟链、老年人关于医疗健康的经验信息公有链为本网络的侧链。各个侧链与主链间基于区块链的跨链技术实现跨链交易,从而实现以区块链技术支撑的不同架构间信息的协同。主链通过主链桥接的方式与虚拟主链进行跨链交易,虚拟主链的形式有很多,最常见的为以太坊。

异构区块链其本质是采用跨链技术的联盟链[33]。其通过具有多架构、可扩展性强、各架构内部能够实现多节点治理、成员协同的联盟链[34],实现以区块链技术为支撑的我国智慧养老多元信息协同异构区块链网络的跨链信息协同、安全交易以及隐私保护。

5　基于异构区块链网络的智慧养老多元信息协同模式的优势与瓶颈探讨

5.1　优势

（1）基于异构区块链网络的智慧养老多元主体信息协同模式具备传统区块链技术的优点,同时也在一定程度上规避了传统区块链技术耗能高、占用存储空间大的问题。传统区块链技术具有如下优点:①传统区块链具有去中心化或弱中心化的优点,消除了一旦中心节点遭受攻击、篡改造成的信息丢失的问题,有效提升了信息存储的安全性;②传统区块链由于录用的每一条信息都会通过分布式账本的方式在其前一条和后一条的区块中同时录入,因此区块链中的信息不可伪造、也不可篡改,这使得区块链中的信息具有很高的可信度;③由于区块链中的每条信息均自带时间戳,区块链中的信息具有可溯源性。基于异构区块链网络的智慧养老多元信息协同模式具备上述3种传统区块链技术的主要优点,可以确保信息的安全、不可篡改及可溯源,使智慧养老多元信息协同中的信息质量更高。

传统区块链在共识认证的过程中需要运用大量的计算能力，因此消耗大量的电力资源，基于异构区块链网络的智慧养老多元信息协同通过跨链技术，省去不同侧链间大量相同的共识算法重复运算的时间与耗电量，同时减少了计算结果记录，从而减少了存储信息的空间。

（2）基于异构区块链网络的智慧养老信息协同相较于基于云技术的智慧养老信息协同，在隐私保护方面更具优势。由于老年人自身信息安全防范意识较弱，在智慧养老信息协同的过程中，如若不从技术更新层面保护老年人的自身信息，这些信息将很有可能被诈骗团伙利用，骗取老人钱财，使老年人在蒙受经济损失的同时，削弱智慧养老信息协同的意愿。跟传统的基于云技术的智慧养老信息协同相比，基于异构区块链网络的智慧养老信息协同通过自身共识算法的改进，在隐私保护方面取更具优势。

5.2 瓶颈

5.2.1 对于潜在的恶意攻击及衍生风险尚无法律法规的保障

区块链中的共识算法 POW 在很大程度上确保了区块链的不可篡改性及数据有效一致性，但基于传统的 POW 共识机制，如果某一用户拥有占全网 51% 的运算能力，他将有权限篡改区块链中的任意数据。以现有的计算能力，该问题发生的可能性不大，不过在没有法律法规保障的前提下，未来一旦出现该问题，如何应对仍是需要不断探讨的问题。基于异构区块链网络的智慧养老多元数据信息协同模式是在区块链技术的基础上，基于区块链自身的跨链技术衍生而成的，因此也存在着这一风险，为规避该风险，在法律层面与技术层面上我们仍有很长的探索之路要走。

5.2.2 缺乏有效的协商机制与激励机制

基于异构区块链网络的智慧养老多元信息协同模式在信息协同过程中，在遇到信息发布的主体需要割舍部分利益的情况下，如不同医疗卫生机构对自身信息协同给予的权限不一致时，给予信息协同权限较大的医疗卫生机构将面临损失自身利益的风险，目前对如何解决这一问题缺乏有效的协商机制与激励机制。在异构区块链网络中，多方节点的参与和协作是跨链管理的重点。以政府部门为主导建立协商机制与激励机制，明确智慧养老多元信息协同的异构区块链网络中的各个节点的权利与义务，是解决这一问题最为直接的方案。

5.2.3 异构区块链网络中的智能合约缺乏统一的规范

基于异构区块链网络的智慧养老多元信息模式建立的目的就是为了不同架构的区块链内的信息能够实现整合，以实现多元信息的协同。在实现的过程中，智能合约起着至关重要的作用，但目前智能合约尚无统一的规范[35]。智能合约的本质就是一些代码和脚本的组合，自身没有约束能力，因此对智能合约进行规范也是刻不容缓的问题。

6 结语

智慧养老能有效地解决我国老年人口日益增长的养老需求问题。随着我国家庭人口模式进入“倒金字塔”式、老年人口比例不断提高，未来智慧养老将有望成为我国老年人主要的养老模式。本文从信息协同视角着手，首先明确我国智慧养老多元信息的构成主体分别为养老政务信息、医疗卫生信息、社区服务信息、老年人个人健康信息、老年人关于医疗健康的经验信息。鉴于区块链技术对信息的存储与流转方面的诸多优势，以不同类型区块链架构的去中心化程度为依据，针对不同的我国智慧养老多元信息构成主体的特点，设计了 5 种不同的区块链架构，分别为养老政务信息的主权链架构、医疗健康信息的联盟链架构、社区服务信息的联盟链架构、老年人个人健康信息的私有链架构、老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构。并基于跨链技术，以养老政务主权链为主链，其余为侧链，构建我国智慧养老多元信息协同的异构区块链网络，分析在异构区块链网络基础之上的我国智慧养老多元信息协同模式的优缺点，以期探索出新的我国智慧养老多元信息协同模式，运用异构区块链网络技术的优点，提升我国智慧养老多元信息协同的效率。

本文的不足之处在于在老年人关于医疗健康的经验信息公有链架构中，如何判断老年人所提供的经验信息的真实性及有用性，将是该架构能否成功落实的重点，这也将是笔者下一步研究的重点内容。

参考文献：

[1] 国家统计局：我国 60 岁以上老年人口 24949 万人，占总人口的 17.9%，老龄化加深！[EB/OL]. [2019-07-04]. http://www.sohu.com/a/290855493_120067607.

[2] 王坚，张玥，朱庆华. 智慧养老领域的研究现状与热点分析[J]. 信息资源管理学报，2019，9(1)：10-20，29.

[3] ACHKAR C M, LENOBLE-HOSKOVEC C, PARASCHIV-LO-

NESCU A, et al. Instrumented shoes for activity classification in the elderly[J]. Journal of gait & posture, 2015, 44:12－17.
[4] NI H, WU S, BESSAM A, et al. Non-intrusive sleep pattern recognition with ubiquitous sensing in elderly assistive environment[J]. Frontiers of computer science, 2015,9(6):966－979.
[5] LSMAIL W N, HASSAN M M. Mining productive-associated periodic-frequent patterns in body sensor data for smart home care[J]. sensors, 2017, 17(5):952－971.
[6] 毛羽,李冬玲. 基于 UTAUT 模型的智慧养老用户使用行为影响因素研究——以武汉市“一键通”为例[J]. 电子政务,2015(11):99－106.
[7] 左美云. 智慧养老的含义与模式[J]. 中国社会工作,2018(32):26－27.
[8] 朱庆华. 专题前言・智慧养老研究[J]. 信息资源管理学报,2019(1):9.
[9] 何振宇,白枚,朱庆华. 2013－2017 年我国养老政策量化研究[J]. 信息资源管理学报,2019(1):21－29.
[10] 马捷,李璐,耿寒冰,等. 智慧居家养老服务三级应急响应信息协同体系构建[J]. 图书情报工作,2019,63(15):33－43.
[11] 马捷,张云开,蒲泓宇. 信息协同:内涵、概念与研究进展[J]. 情报理论与实践,2018,41(11):12－19.
[12] 王俭,修国义,过仕明. 虚拟学术社区科研人员信息行为协同机制研究——基于 research gate 平台的案例研究[J]. 情报科学,2019,37(1):94－98,111.
[13] 马捷,胡漠,连明. 基于多元主体协同的智慧城市信息生态链设计[J]. 情报科学,2016,34(12):70－74,81.
[14] 胡漠,马捷. 信息协同视角下无边界化智慧政务推进机制研究[J]. 情报资料工作, 2019, 40(1): 44－51.
[15] WANG S S. The impact of information sharing and coordination in make-to-order sup plychain[C]// 2010 second international conference on communication systems, networks and applications. Hong Kong: IEEE, 2010:325－328.
[16] WANG S L, LIU Y. Research on collaboration model of enterprise digital information resources based on structure and component [C]// 2011 international conference on business management and electronic information. Guangzhou: IEEE, 2011:285－287.
[17] WANG X L. Research on the construction of supply chain collaboration system based on information sharing[C]// 2012 international conference on information management, innovation management and industrial engineering. Sanya: IEEE, 2012:469－472.
[18] 信息中心发布《2018 中国区块链产业白皮书》[EB/OL]. [2019－07－04]. http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146445/c6180238/content.html.
[19] 高胜,朱建明. 基于区块链技术的新型分层数字图书馆体系架构[J]. 图书情报工作,2018,62(24):57－64.
[20] 黄敏聪. 区块链技术及其对图书馆发展的变革性影响[J]. 图书情报工作,2018,62(13):11－18.
[21] 房永壮,王辉,王博. 基于大数据共享环境下图书馆“区块链”技术应用研究[J]. 现代情报,2018,38(5):120－124.
[22] KSHETRI N. Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy[J]. Telecommunications policy, 2017,41(10):1027－1038.
[23] KUO T T, KIM H E, Ohno-Machado L. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications[J]. Journal of the American Medical Informatics Association, 2017,24(6):1211－1220.
[24] 李彩宁. 构建智慧养老服务体系及平台[N]. 中国人口报, 2019－02－22(3).
[25] 温雅. 国务院办公厅转发《关于推进医疗卫生与养老服务相结合的指导意见》[EB/OL]. [2019－07－08]. http://www.gov.cn/xinwen/2015-11/20/content_2969404.htm.
[26] 冯丹, 冯泽永, 王霞, 等. 对医养结合养老机构的思考[J]. 医学与哲学, 2015,36(4A):25－29.
[27] ALEXANDER S. Copyright in the blockchain era: promises and challenges[J]. Computer law & security review, 2018, 66(2):59－82.
[28] 邹均, 张海宁, 唐屹, 等. 区块链技术指南[M]. 北京:机械工业出版社,2018.
[29] 曾子明,万品玉. 基于主权区块链网络的公共安全大数据资源管理体系研究[J]. 情报理论与实践, 2019(8):110－115,77.
[30] 周平,杜宇,李斌. 中国区块链技术和应用发展白皮书[EB/OL]. [2019－07－26]. http://www.fullrich.con/Uploads/article/file/2016/1020/580866e374069.pdf.
[31] 连玉明. 向新时代致敬——基于主权区块链的治理科技在协商民主中的运用[J]. 中国政协,2018(6):81－82.
[32] 李彬,曹望璋,张洁,等. 基于异构区块链的多能系统交易体系及关键技术[J]. 电力系统自动化,2018,42(4):183－193.
[33] DENG L P, CHEN H, ZENG J, et al. Research on cross-chain technology based on sidechain and hash-locking[C]//Edge computing-EDGE2018. Seattle:SCF, 2018:144－151.
[34] 余维,顾志豪,杨晓宇,等. 异构能源区块链的多能互补安全交易模型[OL]. 电网技术, 2019(9):3193－3201.
[35] MARINO B, JUELS A. Setting standards for altering and undoing smart contracts [C]//International symposium on rules and rule markup languages for the semantic Web. USA: Stony Brook,2016: 151－166.

作者贡献说明:

胡漠:确定论文选题及整体研究框架,撰写论文;
马捷:提出论文修改意见并定稿。

Research on Multi-information Collaborative Model of Smart Senior Care from the Perspective Heterogeneous Blockchain Network

Hu Mo[1]　Ma Jie[1,2]

[1] School of Management, Jilin University, Changchun 130022

[2] Information Resources Research Center, Jilin University, Changchun 130022

Abstract: [Purpose/significance] The consensus algorithm and decentralization thought of blockchain technology can effectively guarantee the information coordination of social network. Smart multi-information collaborative network for the elderly is one of the specific application scenarios using blockchain technology to ensure social network information collaboration. The application of blockchain technology in this scenario can effectively improve the information collaboration efficiency among multiple participants in the smart senior care, thus bringing convenience to all participants in the smart senior care. [Method/process] In this paper, on the basis of the principle of blockchain technology and combining the features of multivariate information wisdom endowment antipodal built 5 different structure of blockchain structure, namely the pension administrative information sovereignty chain architecture, medical and health information alliance chain architecture, community service information alliance chain architecture private chain architecture, the elderly personal health information about the experience of the medical and health information public chain structure, and on the basis of blockchain across chain technology, the 5 kinds of architecture to assemble the wisdom endowment multivariate information heterogeneous blockchain network. On this basis, this paper analyzed the advantages and disadvantages of the heterogeneous blockchain network in the aspect of information coordination to the development of China's smart senior care. [Result/conclusion] Based on the heterogeneous block chain network technology, this paper proposes a smart endowment multi-information cooperation model, which enriches the application scenario of block chain technology.

Keywords: smart senior care　heterogeneous blockchain network　information coordination